

# Heat exchanger for exhaust gases

**Patent number:** DE19836889  
**Publication date:** 2000-02-17  
**Inventor:** BROST VIKTOR [DE]; KALBACHER KLAUS [DE]  
**Applicant:** MODINE MFG CO [US]  
**Classification:**  
- **International:** F28D9/02; F28D1/00; F28F9/00; F28F3/02; F28F1/02; F28F1/40  
- **European:** F28D7/00B; F28D9/00F2; F28D9/00F4  
**Application number:** DE19981036889 19980814  
**Priority number(s):** DE19981036889 19980814

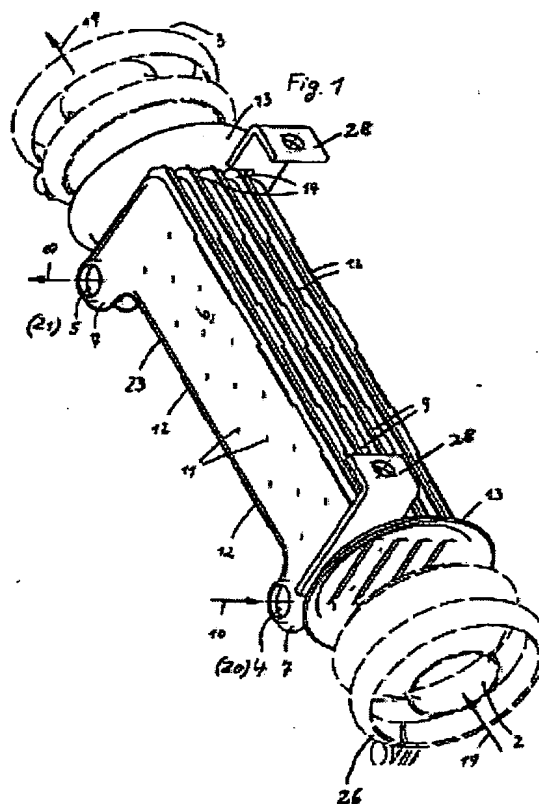
**Also published as:**

EP0981035 (A)  
EP0981035 (A)  
EP0981035 (B)

Abstract not available for DE19836889

Abstract of corresponding document: **EP0981035**

The heat exchanger plates (6) have extending areas (7) forming the distribution and collection spaces for cooling water. The flow channels (14) for exhaust gas extend in a straight path through the heat exchanger, issuing at opposing ends in the pipe bases (13). At least one of the two types of flow channels (9,14) has a surface structure, whereby the full-surface contact between the flow channels is excluded. The flow channels for cooling water have a somewhat corrugated surface structure.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



(19) BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

# Offenlegungsschrift DE 198 36 889 A 1

(21) Aktenzeichen: 198 36 889.5  
(22) Anmeldetag: 14. 8. 1998  
(43) Offenlegungstag: 17. 2. 2000

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 28 D 9/02**  
F 28 D 1/00  
F 28 F 9/00  
F 28 F 3/02  
F 28 F 1/02  
F 28 F 1/40

DE 198 36 889 A 1

(71) Anmelder:  
Modine Manufacturing Co., Racine, Wis., US  
(74) Vertreter:  
Wolter, K., Ing., Pat.-Ass., 18069 Rostock

(72) Erfinder:  
Brost, Viktor, Dipl.-Ing., 72631 Aichtal, DE;  
Kalbacher, Klaus, Dipl.-Ing., 72414 Rangendingen, DE

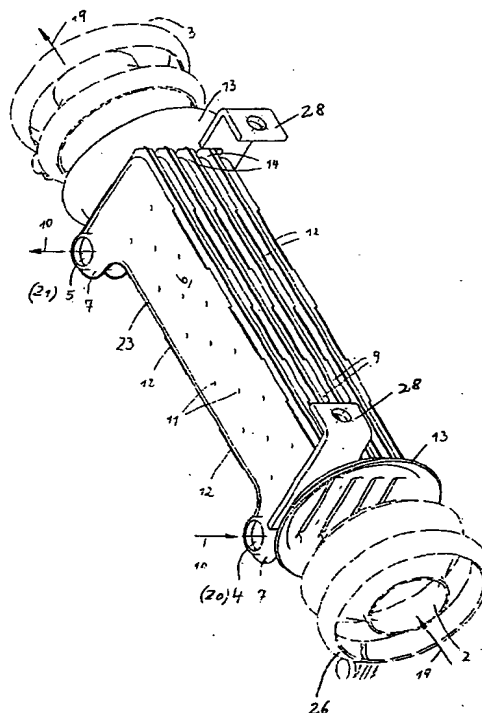
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht zu ziehende Druckschriften:

|    |               |
|----|---------------|
| DE | 44 03 144 C2  |
| DE | 44 07 080 A1  |
| DE | 296 16 354 U1 |
| EP | 06 77 715 A1  |
| EP | 02 45 022 A1  |

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Abgaswärmetauscher

(57) Die Erfindung betrifft einen Abgaswärmetauscher (1) mit Paaren schalenförmiger Wärmetauscherplatten (6), jedes Paar schalenförmiger Wärmetauscherplatten (6) bildet einen Strömungskanal (9) für das eine Mittel, indem sie am umlaufenden Randflansch spiegelbildlich so zusammengefügt und verbunden sind, daß der Randflansch der einen Wärmetauscherplatte (6) nach einer Seite und der Randflansch der anderen Wärmetauscherplatte (6) zur entgegengesetzten Seite gerichtet ist, sowie mit Öffnungen in den Wärmetauscherplatten, die auf einer gemeinsamen Linie liegen, um den Sammel- und den Verteilerkanal für das eine Mittel zu bilden und mit zwischen den erwähnten Strömungskanälen angeordneten weiteren Strömungskanälen für das andere Mittel.  
Bei diesen Abgaswärmetauscher sollen die Fertigungskosten weiter gesenkt werden und außerdem soll eine höhere Sicherheit gegen Vermischen des Abgases mit dem Kühlwasser erreicht werden, bei gleichzeitig geringem Druckverlust auf der Abgasseite. Erfindungsgemäß wird das dadurch erreicht, daß der flüssigkeitsgekühlte Abgaswärmetauscher (1) in gehäuseloser Bauweise ausgeführt ist, daß die Wärmetauscherplatten (6) auskragende Bereiche (7) aufweisen und in diesen Bereichen (7) den Verteiler- und den Sammelraum für das Kühlwasser ausbilden, daß sich die Strömungskanäle (14) für das Abgas etwa auf geradem Weg durch den Wärmetauscher erstrecken und an gegenüberliegenden Enden in Rohrböden (13) münden und daß mindestens eine der zwei Arten von ...



DE 198 36 889 A 1

Die Erfindung betrifft einen Abgaswärmetauscher mit Paaren schalenförmiger, Wärmetauscherplatten, jedes Paar schalenförmiger Wärmetauscherplatten bildet einen Strömungskanal für das eine Mittel, indem sie am umlaufenden Randflansch spiegelbildlich so zusammengefügt und verbunden sind, daß der Randflansch der einen Wärmetauscherplatte nach einer Seite und der Randflansch der anderen Wärmetauscherplatte zur entgegengesetzten Seite gerichtet ist, sowie mit Öffnungen in den Wärmetauscherplatten, die auf einer gemeinsamen Linie liegen, um den Sammel- und den Verteilerkanal für das eine Mittel zu bilden und mit zwischen den erwähnten Strömungskanälen angeordneten weiteren Strömungskanälen für das andere Mittel.

Dieser Abgaswärmetauscher ist aus dem EP 677 715 bekannt. Der bekannte Abgaswärmetauscher kann insofern als nachteilig angesehen werden, weil durch Korrosion verursachte Durchbrüche auf der Abgasseite zum Vermischen des Abgases mit dem Kühlwasser führen. Da die Abgase sehr aggressive Stoffe enthalten, ist die Möglichkeit der Durchrostung nicht weit entfernt. Deshalb sind in dem genannten Dokument die Wärmetauscherplatten, die Wellrippen und die Anschlußstutzen aus Edelstahl gefertigt, was jedoch die Kosten erhöht. Hinzu kommt, daß trotz dieser Maßnahme keine Gewähr dafür besteht, daß nicht doch eine Vermischung passiert, da selbst die Edelstahlbleche, wenn es nicht die hochwertigsten sind, zumindest in der Nähe der Lötverbindungen, angegriffen werden können. Zumal man ständig bestrebt ist, die Blechdicken der Wärmetauscherplatten zu reduzieren. Ferner werden Kosten und Gewicht durch das erforderliche Gehäuse erhöht, welches den Wärmetauscher um gibt. Darüber hinaus ergeben sich fertigungstechnische Schwierigkeit beim korrekten Positionieren der beiden schalenförmigen Wärmetauscherplatten zueinander.

Wenn als Kühlmittel das Kühlwasser des Motors verwendet werden soll, ist der Abgaswärmetauscher in dem genannten Dokument in sogenannter Stab-Platten-Bauweise aufgebaut und besitzt ein äußeres Gehäuse. Diese ansonsten vorteilhafte Bauweise hat den Nachteil, daß die Anzahl der Einzelteile und die Anzahl und Länge der Lötverbindungen recht groß sind, wodurch sich das Risiko erhöht, daß Lötfehler auftreten können.

Beispielsweise aus DE 44 03 144 C2 ist es außerdem bekannt, gehäuselose Plattenwärmetauscher, (Ölkühler) die als vermischungsfrei bezeichnet werden können, quasi in Mischbauweise zu fertigen, bei der die eine Art Rohrplatten in Stab-Platten-Bauweise und die andere Art der Rohrplatten aus Halbschalen gefertigt sind. Hier ist jedoch die Vermischungsfreiheit durch die Anordnung einer zusätzlichen Sicherheitstrennwand erzielt worden, wodurch das Gesamtgewicht relativ hoch ist. Ferner würde dieser Wärmetauscher als Abgaswärmetauscher einen zu großen Druckverlust auf der Abgasseite erzeugen, der seine Ursache in der Vielzahl der Umlenkungen hat. Gerade der Druckverlust auf der Abgasseite ist besonders nachteilig, weil das gekühlte Abgas mit höchstmöglichem Druck dem nachgeschalteten Turbolader zugeführt werden sollte.

Der Nachteil des zu hohen Druckverlustes muß auch dem aus DE 296 16 354 U1 bekannten flüssigkeitsgekühlten Abgaswärmetauscher zugeordnet werden.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, bei dem im Oberbegriff angegebenen Abgaswärmetauscher die Fertigungskosten weiter zu senken und außerdem eine höhere Sicherheit gegen Vermischen des Abgases mit dem Kühlwasser zu gewährleisten, bei gleichzeitig geringem Druckverlust auf der Abgasseite. Die erfindungsgemäße Lösung ergibt sich aus den Patentansprüchen.

Die Lösung der Aufgabenstellung erfolgt durch die geschickte Kombination von im Wärmetauscherbau möglicherweise einzeln bekannter Merkmale, wobei die Erfinder erkannt haben, daß deren neuartiges Zusammenwirken zu einem erfinderischen Abgaswärmetauscher führt, bei dem das Abgas mit Flüssigkeit gekühlt wird.

Nach der Erfindung wird vorgeschlagen, daß der Abgaswärmetauscher in gehäuseloser Bauweise ausgeführt ist, daß die aus schalenförmigen Wärmetauscherplatten gebildeten Strömungskanäle für das Kühlwasser vorgesehen sind und daß die dazwischen angeordneten Strömungskanäle für das Abgas etwa gerade Flachrohre sind, die an gegenüberliegenden Enden in Rohrböden münden, an die die Abgasleitung angeschlossen ist.

Die Rohrböden haben einen Durchmesser, der zumindest partiell größer ist als die sich anschließende Querschnittsabmessung des Wärmetauschers. Die Rohrböden sind vorzugsweise kreisrunde Teile, wodurch die Herstellung und auch der Anschluß der ebenfalls runden Abgasleitung einfacher erfolgen kann. Der Anschluß der Abgasleitung an den Wärmetauscher kann mittels Schrauben, Klammern oder Spannringen erfolgen.

Mindestens eine Art der Strömungskanäle weist eine gewellte oder ähnlich strukturierte Oberfläche auf. Die gewellte Oberflächenstruktur sorgt in hinreichender Weise dafür, daß im Falle einer Durchrostung das Abgas zur Atmosphäre hin austreten kann und nicht so einfach in das Kühlwasser gelangt.

Der Druckverlust auf der Abgasseite ist äußerst gering, weil die zugehörigen Strömungskanäle keine Umlenkungen aufweisen und weil auch die Rohrböden so groß gehalten sind, daß dieser Vorgabe entsprochen werden kann. Ferner sind der Verteiler – und der Sammelraum für das Kühlwasser in übertragenden Bereichen der schalenförmigen Wärmetauscherplatten angeordnet, die sich außerhalb des Querschnittes der Flachrohre befinden. Dadurch wird ebenfalls ein Beitrag zur Senkung des Druckverlustes auf der Abgasseite geleistet, denn dadurch befinden sich der Verteiler- und der Sammelraum nicht im Strömungsbereich der Abgase und behindern nicht deren Strömung.

Die Fertigungskosten werden dadurch gesenkt, daß der erfindungsgemäße wassergekühlte Abgaswärmetauscher lediglich auf der Abgasseite – also die Flachrohre und die Rohrböden – aus Edelstahl bestehen muß, während alle anderen Teile aus Aluminium hergestellt sein können. Der wassergekühlte Abgaswärmetauscher aus dem EP 677 715 besteht hingegen vollständig aus Edelstahl. Der vorgeschlagene Abgaswärmetauscher weist deshalb auch ein geringeres Gewicht auf.

Ferner kann ein Beitrag zur Senkung der Fertigungskosten darin gesehen werden, daß der wassergekühlte Abgaswärmetauscher, wie oben angegeben, in gehäuseloser Ausführung vorgesehen ist. Die außenliegenden Strömungskanäle sind Kühlwasserkanäle, so daß die Strahlungswärme des Wärmetauschers reduziert ist, was bei Abgaswärmetauschern wegen der hohen Abgastemperaturen nicht unwesentlich ist.

Die schalenförmigen Wärmetauscherplatten, die die Strömungskanäle für das Kühlwasser bilden, besitzen in ihrer gewellten Oberfläche nach innen gerichtete Abstütznoppen, die an ihrem Scheitelpunkt mit ebensolchen Abstütznoppen der benachbarten Wärmetauscherplatte verlötet sind. Diese an sich bekannte Ausbildung sorgt für besseren Wärmeübergang und für höhere Festigkeit des Abgaswärmetauschers.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal der Wärmetauscherplatten besteht darin, daß am Randflansch in gewissen Abständen überstehende und abgewinkelte Abschnitte vorgesehen sind, mit deren Hilfe sich jeweils zwei Wärmetauscher-

platten zueinander positionieren lassen, d. h. sie können nicht verrutschen. Es werden deshalb auch keine Hilfsvorrichtungen beim Stapeln und beim Vorbereiten zum Löten erforderlich.

Die Flachrohre, die das Abgas führen, können sowohl gezogene oder mit einer Längsnaht geschweißte Flachrohre sein, als auch aus zwei Halbschalen gebildet sein, die am umlaufenden Randflansch miteinander verlötet sind. In den Flachrohren können gestanzte oder gewalzte Inneneinsätze angeordnet sein, die mit den Rohren verlötet sind, um den Wärmeaustausch zu fördern und die Stabilität zu erhöhen. Eine Ausführungsform verzichtet jedoch völlig auf solche Inneneinsätze, um den Druckverlust weiter zu reduzieren. Dafür besitzt die Wandung der Flachrohre eine wellenartige Struktur. Die Wellenberge und -täler verlaufen in Längsrichtung der Flachrohre.

Bei Flachrohren, die aus zwei Halbschalen gebildet sind, befinden sich an deren Randflansch überstehende und abgewinkelte Abschnitte, die ineinandergreifen und der korrekten Positionierung zweier Halbschalen zu einem Flachrohr dienen. Diese Abschnitte sind vergleichbar mit ebensolchen Abschnitten am Randflansch der Wärmetauscherplatten.

In den Rohrböden sind Öffnungen ausgestanzt, die dem Querschnitt der Flachrohre angepaßt sind und die Durchzüge aufweisen, die entweder zur Abgasleitung hin gerichtet sind oder zum Inneren des Wärmetauschers. Mit Blick auf die Reduzierung des Druckverlustes ist es günstiger, die Durchzüge zum Wärmetauscher hin vorzusehen, weil so der Rohrüberstand in den Rohrböden hinein zu vermeiden ist. Diese Durchzüge bilden einen geeigneten Löttrand für die Flachrohre in den Rohrböden. Ferner ist die Verbindung so ausgeführt, daß der Druckverlust äußerst gering bleibt.

Nachfolgend wird die Erfindung unter Bezugnahme auf die beiliegenden Zeichnungen in Ausführungsbeispielen beschrieben.

Die Figuren zeigen im einzelnen:

Fig. 1 Gesamtansicht eines Abgaswärmetauschers

Fig. 2 Seitenansicht von Fig. 1

Fig. 3 Gesamtansicht einer anderen Ausführungsform

Fig. 4 Schnitt IV-IV in Fig. 2

Fig. 5 Ansicht auf einen Abgaswärmetauscher aus Richtung des Anschlußflansches

Fig. 6 Ähnlich Fig. 4 bei einem anderen Ausführungsbeispiel

Fig. 7 Ähnlich Fig. 5

Fig. 8 Längsschnitt gemäß VIII-VIII in Fig. 6

Fig. 9 Querschnitt einer anderen Ausführungsform

Fig. 10 Ansicht des Abgaswärmetauschers nach Fig. 9 aus Richtung des Anschlußflansches

Fig. 11 Gesamtansicht einer weiteren Ausführungsform

Fig. 12 Teillängsschnitt

Die Fig. 1 zeigt einen kühlwassergekühlten Abgaswärmetauscher 1 mit einem Abgaseintritt 2 und einem auf der gegenüberliegenden Seite angeordneten Abgasaustritt 3. Eintritt 2 und Austritt 3 sind hier mit je einem Anschlußflansch versehen, um die Abgasleitung (nicht gezeigt) beispielsweise mittels Spannringe 26 zu befestigen. Die Kühlwasseranschlüsse 4 und 5 befinden sich an der obersten Wärmetauscherplatte 6, ebenfalls an gegenüberliegenden Enden, wobei die Anschlüsse 4 und 5 in überkragenden Bereichen 7 der Wärmetauscherplatten 6 vorgesehen sind, die sich außerhalb des Bereiches der gerade verlaufenden Flachrohre 8 befinden, durch die die Abgase (Pfeile 19) strömen. Zwei völlig identische schalenförmige Wärmetauscherplatten 6 bilden jeweils einen Strömungskanal 9, durch die das Kühlwasser strömt (Pfeile 10). Auf der obersten Wärmetauscherplatte 6 sind Noppen 11 angedeutet, die in Berührung mit den Noppen 11 der darunter befindlichen

Wärmetauscherplatte 6 sind, denn jeweils eine der zwei identischen Wärmetauscherplatten 6 wird zur Bildung des Strömungskanales 9 um 180° um die Querachse oder um die Längsachse oder um die vertikale Achse gedreht und mit der anderen Wärmetauscherplatte 6 zusammengefügt. In Fig. 4 sind einige dieser Noppen 11 eingezeichnet worden.

Die Wärmetauscherplatten 6 besitzen ferner eine wellenförmige Struktur, die durch querverlaufende Linien 22 in der Fig. 3 angedeutet wurden. Es wurden nur einige Linien 22 eingezeichnet. Die Wellenstruktur reicht über den gesamten Bereich der Wärmetauscherplatten 6.

Die Wärmetauscherplatten 6 haben überstehende und abgewinkelte Abschnitte 12 an ihrem Randflansch 23. Nach dem Drehen und Zusammenfügen der Wärmetauscherplatten 6 greifen diese Abschnitte 12 quasi kammartig ineinander und gewährleisten dadurch die Positionierung der Platten 6.

Aus Fig. 2 ist zu erkennen, daß die Flachrohre 8 in diesem Ausführungsbeispiel aus zwei Hälften gebildet sind, die zusammengefügt und verlötet sind. Vorteilhaft ist es jedoch auch, wenn gewöhnliche geschweißte oder gezogene Flachrohre verwendet werden. Wenn die Flachrohre 8 und die Rohrböden aus Edelstahl bestehen, die Wärmetauscherplatten jedoch aus Aluminium hergestellt werden, muß bei der Herstellung solcher Wärmetauscher ein zweifacher Lötprozeß stattfinden. Dabei werden zunächst die Flachrohre 8, mit den Inneneinsätzen 24 und den Rohrböden 13 zusammengefügt und im Lötöfen einer entsprechend hohen Temperatur ausgesetzt, bei der diese Teile eine Lötverbindung eingehen. Die Außenflächen der Flachrohre 8 sind ohne Lotbeschichtung ausgeführt, so daß sie keine Verbindung eingehen, beispielsweise mit einer zum Löten benutzten Hilfsvorrichtung. Danach wird diese vorgefertigte Einheit durch die Wärmetauscherplatten 6 aus Aluminium komplettiert und in einem zweiten Lötprozeß bei entsprechend geringerer Temperatur zu einer kompakten Einheit verbunden. Dabei verbinden sich sowohl die Paare der Wärmetauscherplatten 6 als auch diese mit den Flachrohren 8, weil die Wärmetauscherplatten 6 auf beiden Seiten mit Lot beschichtet sind.

Aus der Fig. 2 und aus der Fig. 4, die den Schnitt IV-IV in Fig. 2 zeigt, gehen topfartigen Vertiefungen 15 an jeder Wärmetauscherplatte 6 hervor und auch die Öffnungen 16 in jeder Vertiefung 15. Die Öffnungen 16 haben einen Rand 17. An diesen Rändern 17 sind die Wärmetauscherplatten 6 ebenfalls miteinander verbunden, so daß die Sammel- und Verteilerkanäle 20 und 21 gebildet werden. Den gleichen Zweck erfüllen auch Hülsen, die als Einzelteile zwischen den Wärmetauscherplatten 6 eingelegt und verbunden werden können.

Mit der Bezugsziffer 13 sind in den Fig. 1; 2 und 4 die Rohrböden bezeichnet worden, die kreisrund sind und im wesentlichen über die Peripherie des Wärmetauschers 1 überstehen, wenn von den überstehenden Bereichen 7 der Wärmetauscherplatten 6 abgesehen wird.

Die Fig. 5 zeigt die Ansicht aus Richtung des Spannringes 26 der Ausführungsform aus den Fig. 1, 2 und 4. Zu erkennen ist der eine Sammelraum 21 und die am Randflansch 23 verbundenen Wärmetauscherplatten 6. Außerdem geht der eine Rohrboden 13 und die dort endenden Strömungskanäle 14 aus dieser Darstellung hervor.

In dem Ausführungsbeispiel nach Fig. 6 wurde gänzlich auf Inneneinsätze 24 in den Flachrohren 8 verzichtet. Statt dessen wurden die Wandungen der aus zwei Halbschalen 8/1 und 8/2 bestehenden Flachrohre 8 mit einer deutlichen wellenartigen Struktur 22 ausgebildet. Die Wellenberge und die Wellentäler verlaufen hier jedoch, im Unterschied zu der wellenförmigen Struktur 22 des vorher und am Ende be-

schriebenen Ausführungsbeispielen (an den Wärmetauscherplatten 6), in Längsrichtung der Flachrohre 8 bzw. der Strömungskanäle 14. Bei dieser Ausführungsform sind die Wärmetauscherplatten 6 vorzugsweise mit einer glatten Oberfläche ausgebildet, abgesehen von den eingepprägten Noppen 11. Diese Ausführungsform ist für Abgaswärmetauscher besonders geeignet, weil die Gefahr der Verstopfung der Flachrohre 8 durch Ablagerungen wesentlich geringer ist.

Fig. 7 zeigt die zum Ausführungsbeispiel in Fig. 6 gehörende Ansicht aus Richtung des Spannrings 26. Die längsverlaufende wellenartige Struktur 22 der Strömungskanäle 14 geht auch aus dieser Darstellung hervor.

Der ebenfalls zu dieser Ausführungsform gehörende Längsschnitt in Fig. 8 zeigt, daß die wellenförmige Struktur 22 vor dem Rohrboden 13 endet. Die Durchzüge 25 am Rohrboden 13 wurden zum Wärmetauscher hin ausgeführt und die Flachrohre 8 sind mit ihren Enden auf diese Durchzüge 25 aufgesteckt worden.

Es muß ferner darauf hingewiesen werden, daß die Fig. 8 einen anderen Anschluß an die nicht gezeichnete Abgasleitung zeigt.

Die Fig. 9 kann als Querschnitt in Fig. 3 interpretiert werden. Sie unterscheidet sich von der Fig. 4 dadurch, daß hier geschweißte oder gezogene Flachrohre 8 verwendet worden sind. Ferner wurde die Befestigung mit Hilfe eines Anschlußflansches 27 gewählt, wie, es auch in Fig. 3 dargestellt ist.

Die Fig. 10 unterscheidet sich von dem Ausführungsbeispiel in Fig. 9 dadurch, daß in Fig. 10 die Durchzüge 25 an dem Rohrboden 13 zur Abgasleitung hin gerichtet sind, während in Fig. 9 die Durchzüge 25 zum Wärmetauscher zeigen. Die Fig. 11 zeigt ein Ausführungsbeispiel, bei dem sich die überkragenden Bereiche 7, in denen der Sammel- und der Verteilerraum 20, 21 angeordnet sind, auf gegenüberliegenden Seiten des Wärmetauschers befinden. Deshalb müssen hier zwei verschiedene Arten von Wärmetauscherplatten 6 verwendet werden. Als Halterungen 28 sind abgewinkelte Arme aus Stahlblech vorgesehen, die an den Rohrböden 13 angelötet worden sind.

Fig. 12 zeigt einen Teillängsschnitt, ähnlich Fig. 8, bei dem jedoch die Wärmetauscherplatten 6 eine gewellte Oberflächenstruktur 22 aufweisen, um dadurch eine höhere Sicherheit gegen Vermischen von Abgas und Kühlwasser zu erreichen. Im Unterschied zur Fig. 8 sind hier außerdem die Flachrohre 8 in den Durchzügen 25 des Rohrbodens 13 eingesetzt worden.

#### Patentansprüche

1. Abgaswärmetauscher (1) mit Paaren schalenförmiger Wärmetauscherplatten (6), jedes Paar schalenförmiger Wärmetauscherplatten (6) bildet einen Strömungskanal (9) für das eine Mittel, indem sie am umlaufenden Randflansch spiegelbildlich so zusammengefügt und verbunden sind, daß der Randflansch der einen Wärmetauscherplatte (6) nach einer Seite und der Randflansch der anderen Wärmetauscherplatte (6) zur entgegengesetzten Seite gerichtet ist, sowie mit Öffnungen in den Wärmetauscherplatten, die auf einer gemeinsamen Linie liegen, um den Sammel- und den Verteilerkanal für das eine Mittel zu bilden und mit zwischen den erwähnten Strömungskanälen angeordneten weiteren Strömungskanälen für das andere Mittel, **dadurch gekennzeichnet**, daß der flüssigkeitsgekühlte Abgaswärmetauscher (1) in gehäuseloser Bauweise ausgeführt ist, daß die Wärmetauscherplatten (6) auskragende Berei-

che (7) aufweisen und in diesen Bereichen (7) den Verteiler- und den Sammelraum für das Kühlwasser ausbilden, daß sich die Strömungskanäle (14) für das Abgas etwa auf geradem Weg durch den Wärmetauscher erstrecken und an gegenüberliegenden Enden in Rohrböden (13) münden,

und daß mindestens eine der zwei Arten von Strömungskanälen (9; 14) eine solche Oberflächenstruktur (22) aufweist, daß die vollflächige Berührung zwischen den Strömungskanälen (9 und 14) ausgeschlossen ist.

2. Abgaswärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Strömungskanäle (9) für das Kühlwasser eine etwa gewellte Oberflächenstruktur aufweisen.

3. Abgaswärmetauscher nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die die Strömungskanäle (14) bildenden Flachrohre (8) für das Abgas vorzugsweise aus Edelstahl bestehen und wellenartige Inneneinsätze (24) aufweisen und entweder gezogene oder geschweißte Flachrohre (8) sind oder aus zwei Halbschalen (8/1; 8/2) gefertigt und am Randflansch miteinander verbunden sind.

4. Abgaswärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Flachrohre (8) bzw. Strömungskanäle (14) wellenförmige Wandungen haben, wobei die Wellenberge und -täler in Richtung, der Längsachse der Flachrohre, (8) angeordnet sind.

5. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Randflansch der die Flachrohre (8) bildenden Halbschalen (8/1; 8/2) und/oder am Randflansch (23) der schalenförmigen Wärmetauscherplatten (6) überstehende und abgewinkelte Abschnitte (12) angeordnet sind, die beim Zusammenfügen der Wärmetauscherplatten (6) ineinandergreifen und der korrekten Positionierung zweier Halbschalen zueinander dienen.

6. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohrböden (13) aus Edelstahl bestehen und vorzugsweise kreisrunde Teile sind, mit einem solchen Durchmesser, daß die Rohrböden (13) zumindest teilweise über die sich anschließende Querschnittsabmessung des Wärmetauschers ragen.

7. Abgaswärmetauscher nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die auskragenden Bereiche (7) außerhalb des Querschnitts der Flachrohre (8) angeordnet sind.

8. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmetauscherplatten (6) vorzugsweise aus Aluminium bestehen und Abstütznoppen (11) besitzen, die sich nach dem Zusammenfügen berühren und an den Berührungsstellen verbunden sind.

9. Abgaswärmetauscher nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die in Richtung der Flachrohre (8) verlaufende Mittellinie des Abgaswärmetauschers (1) und die Abgasleitung zumindest in der Nähe des Ein- und Austritts auf einer etwa geraden oder wenig gekrümmten Linie liegen.

Hierzu 8 Seite(n) Zeichnungen

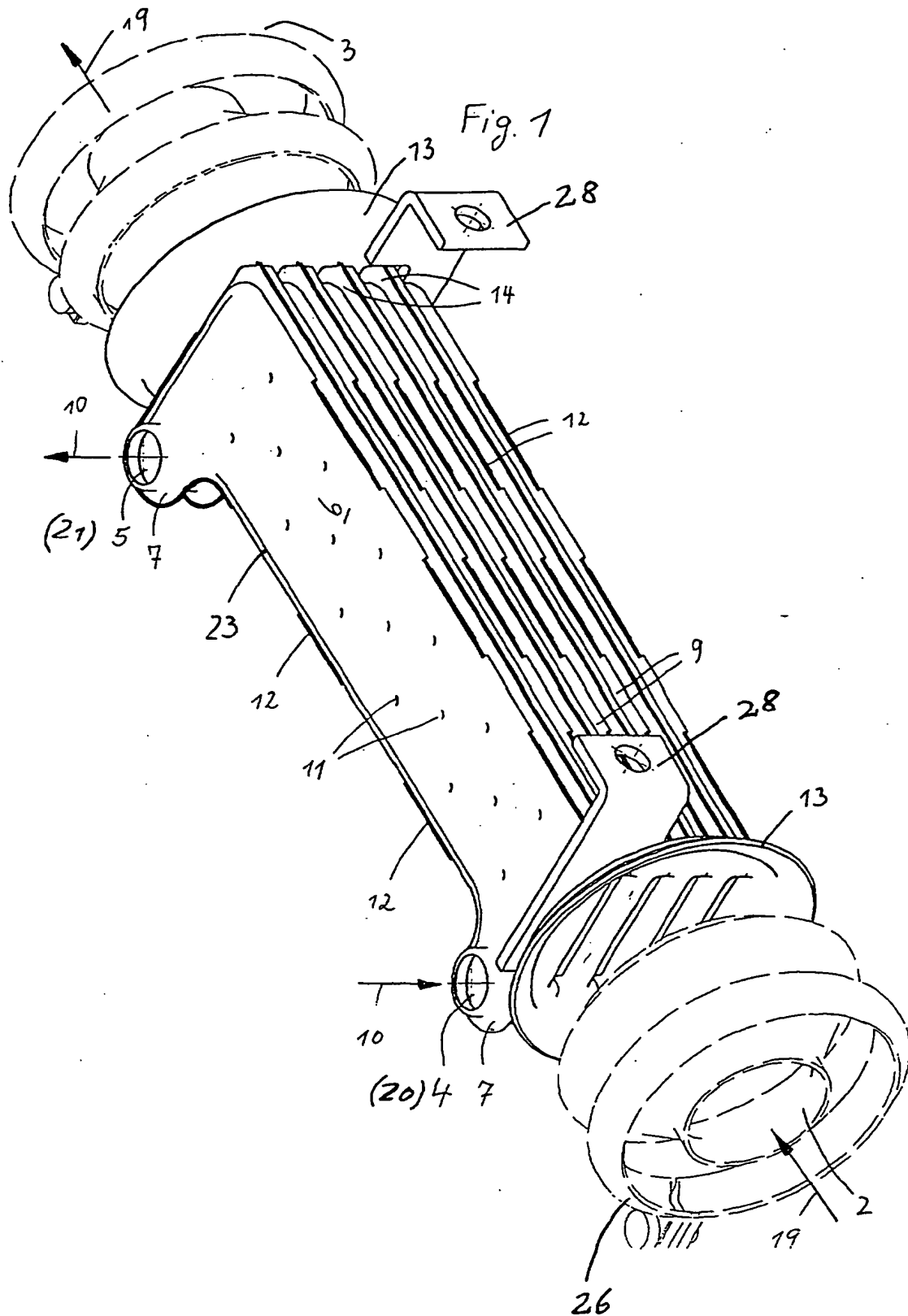


Fig. 2

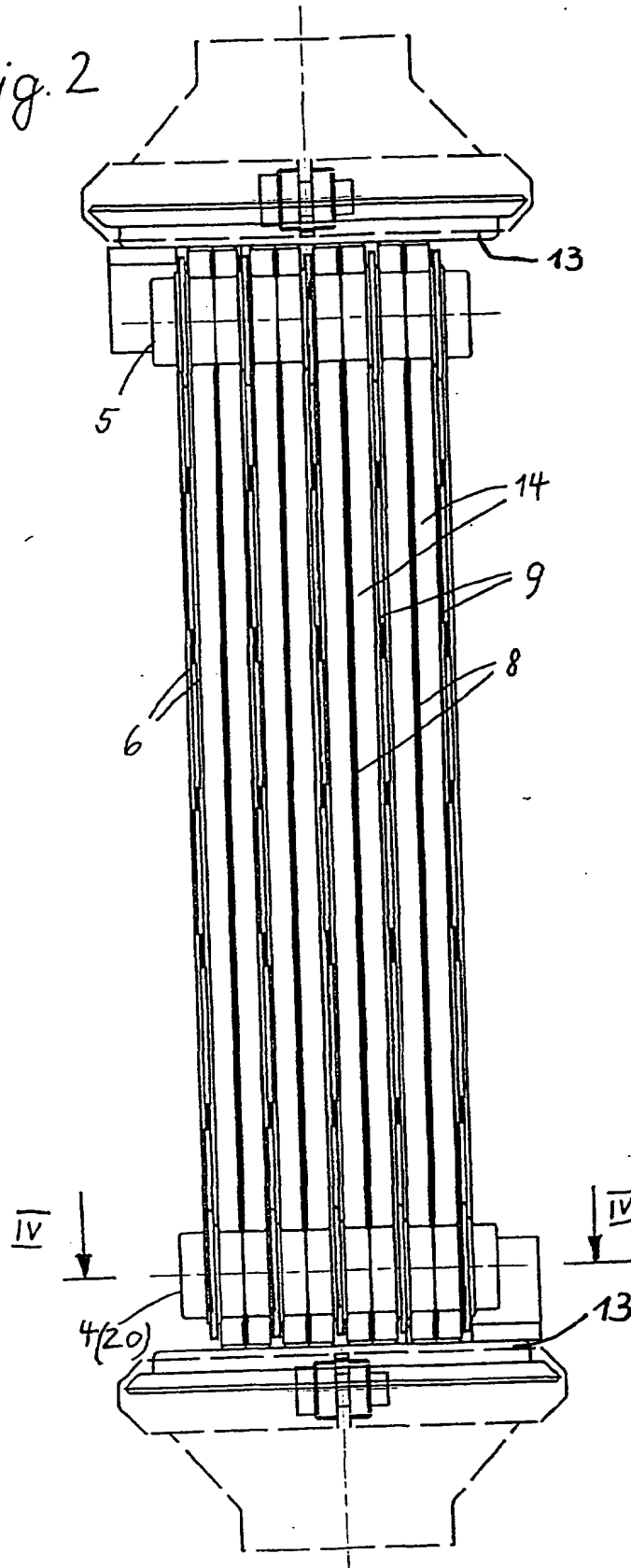
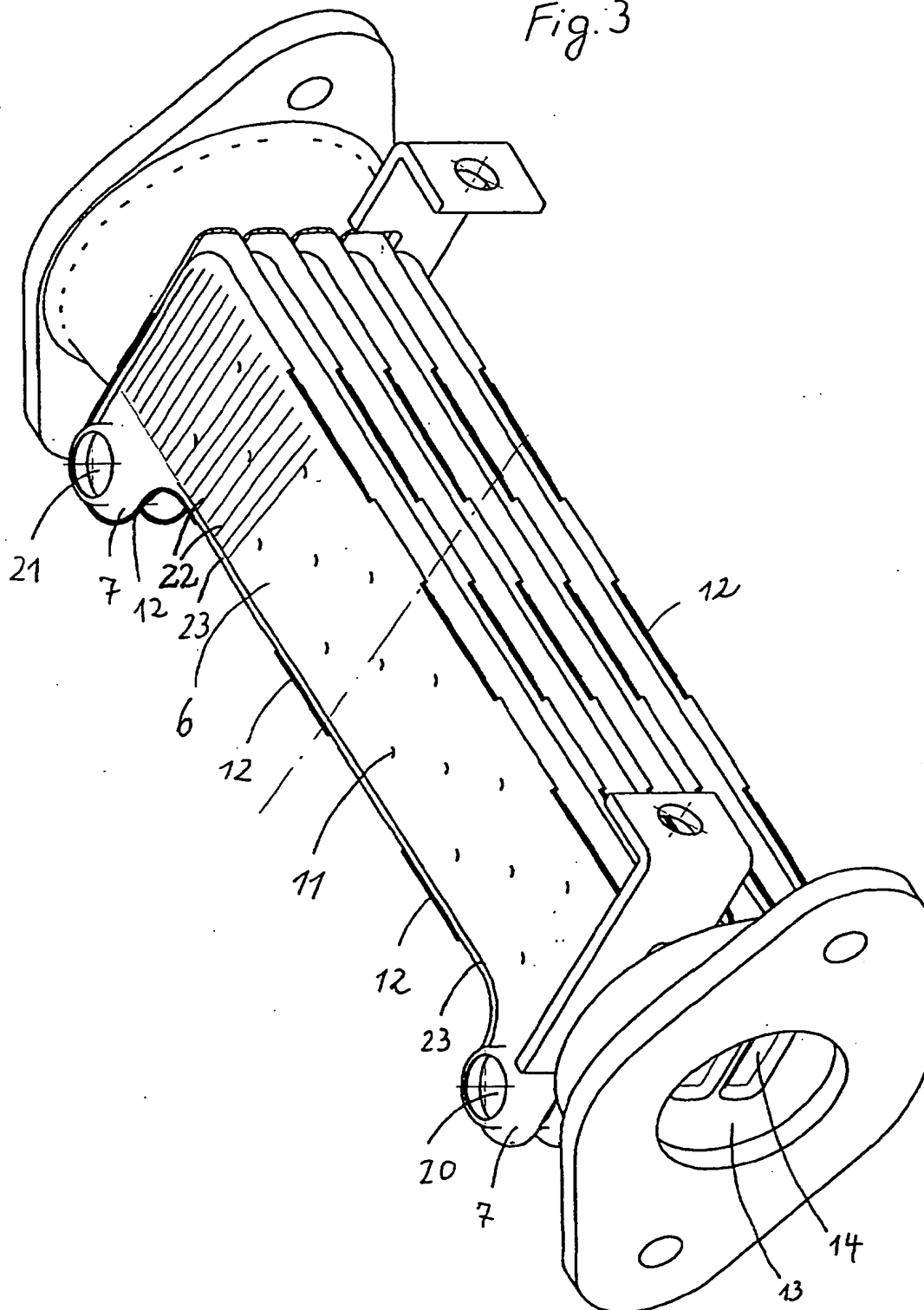
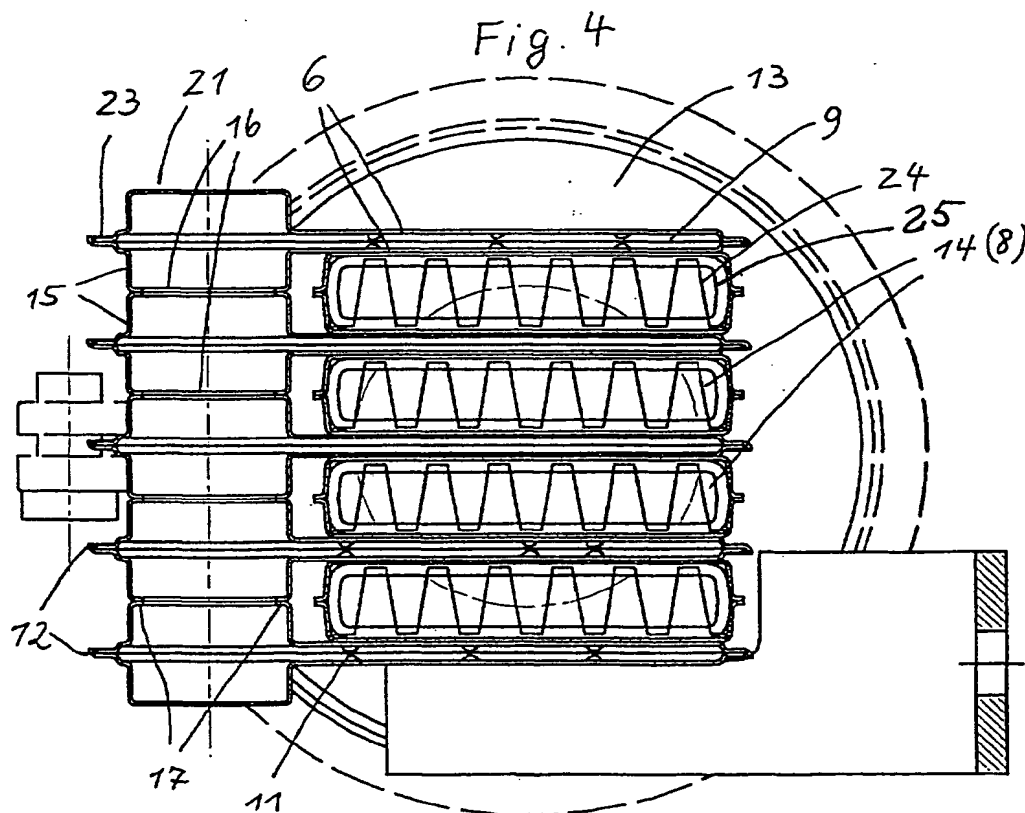
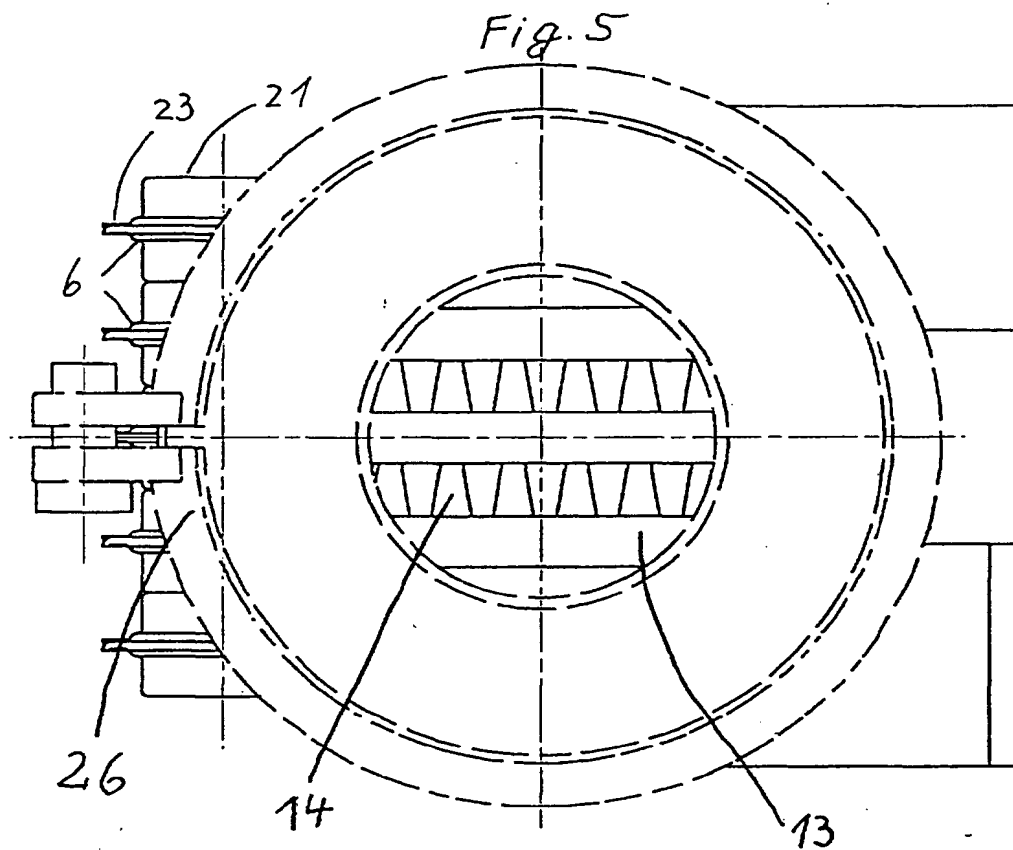




Fig. 3





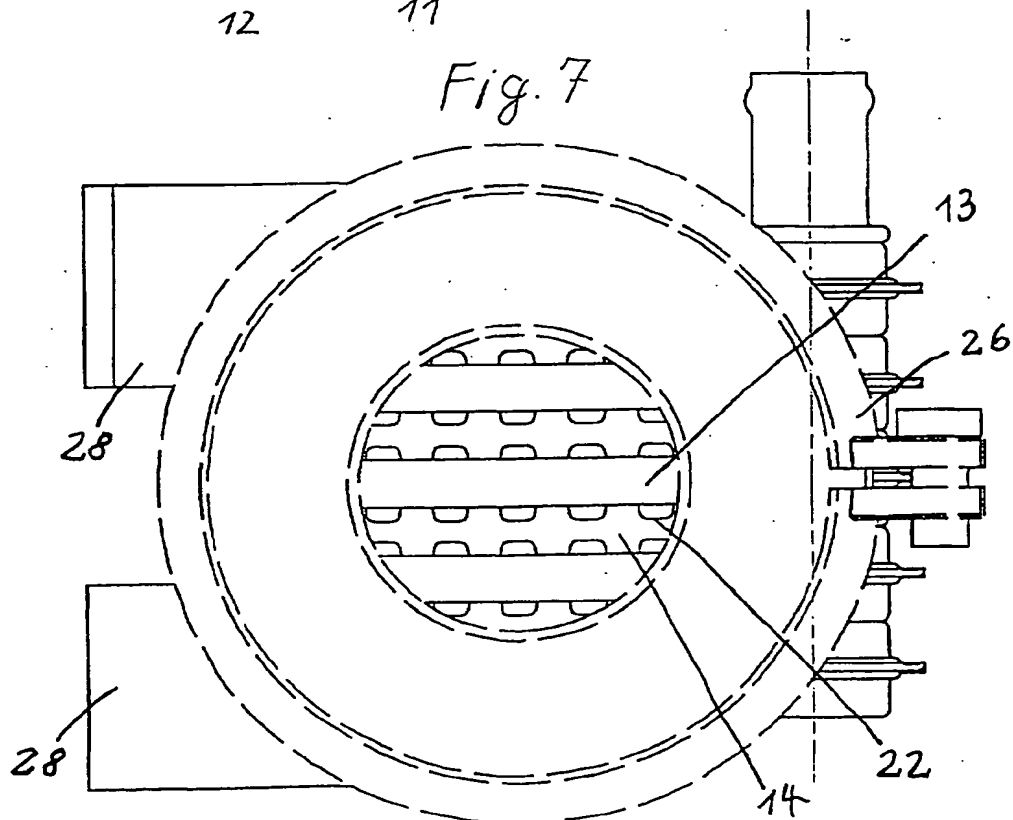
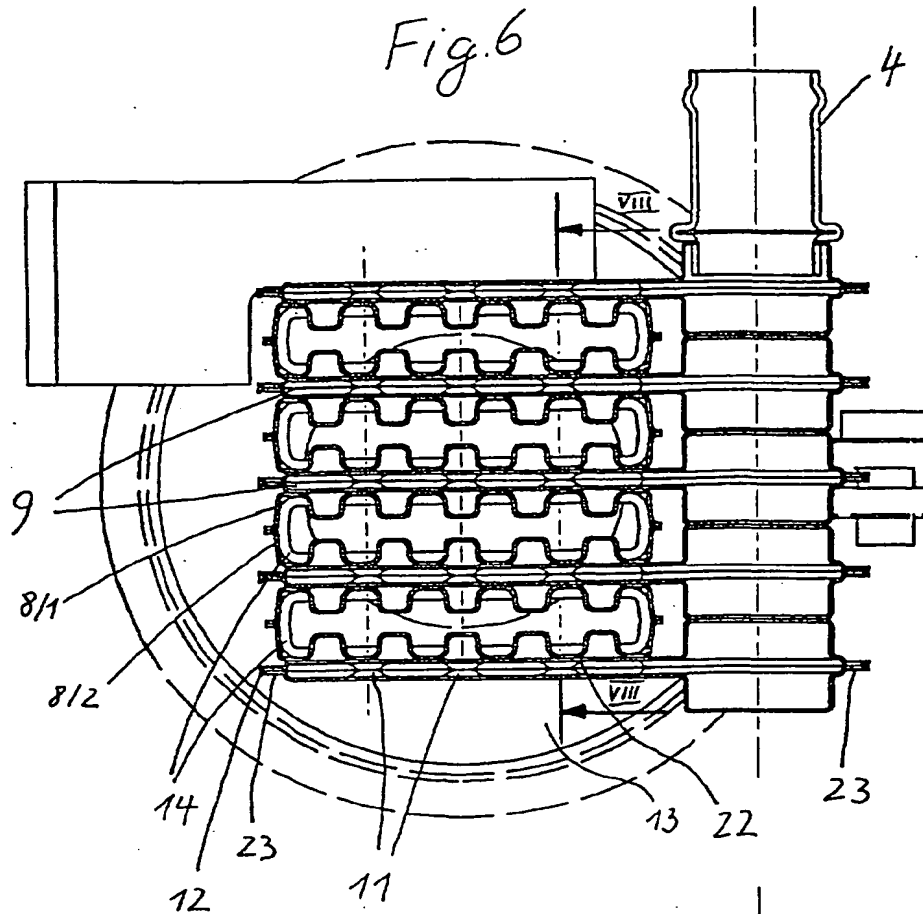
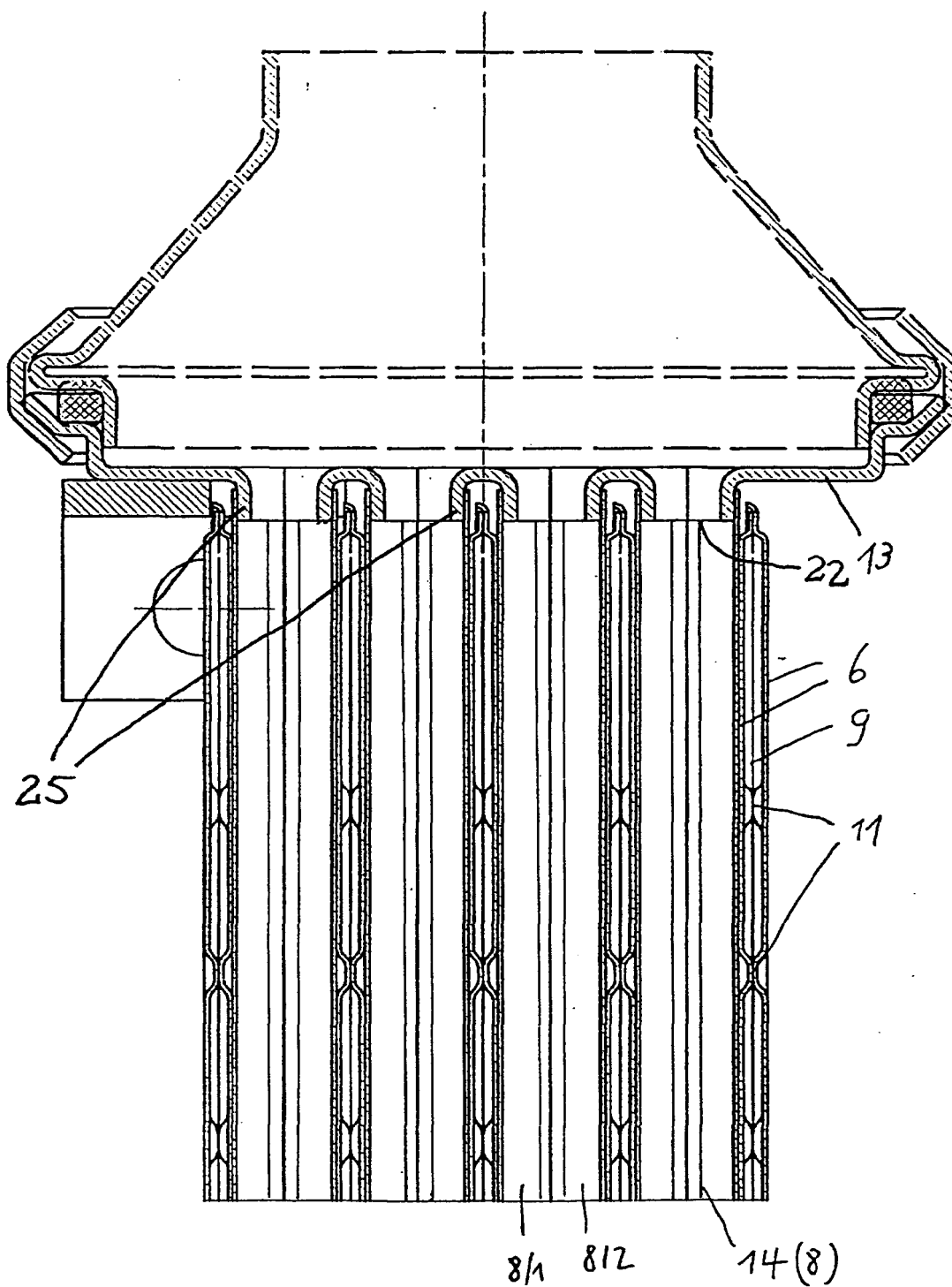
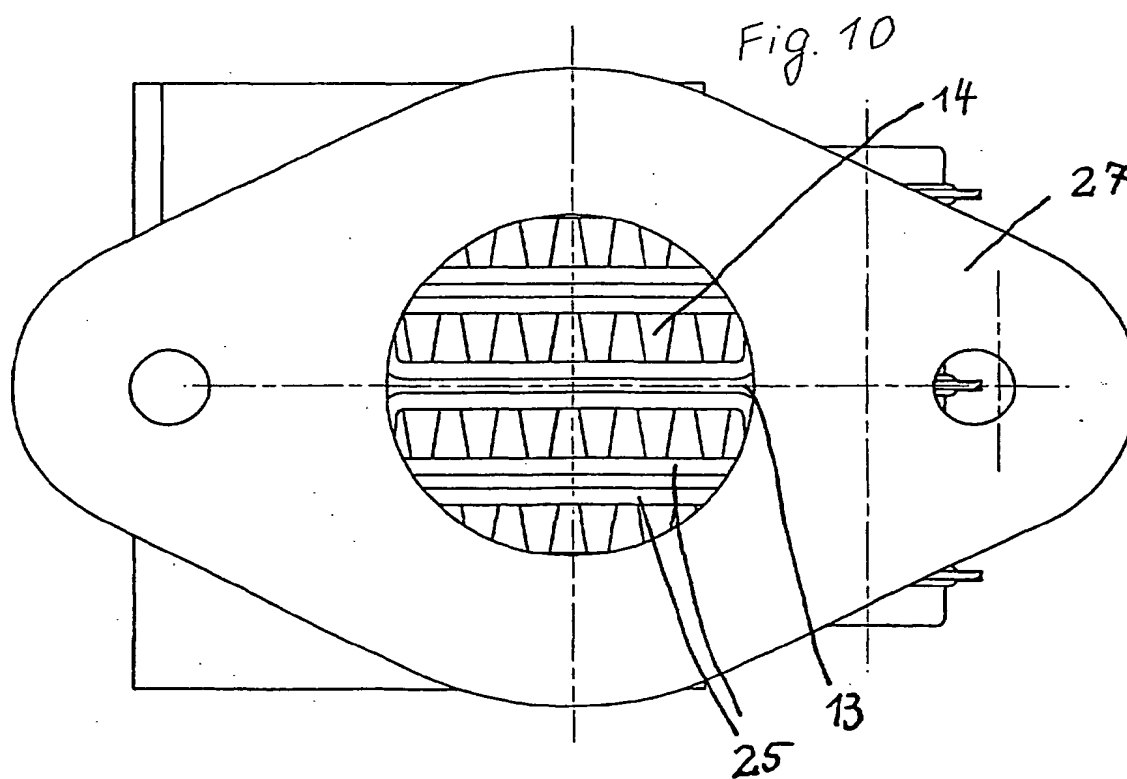
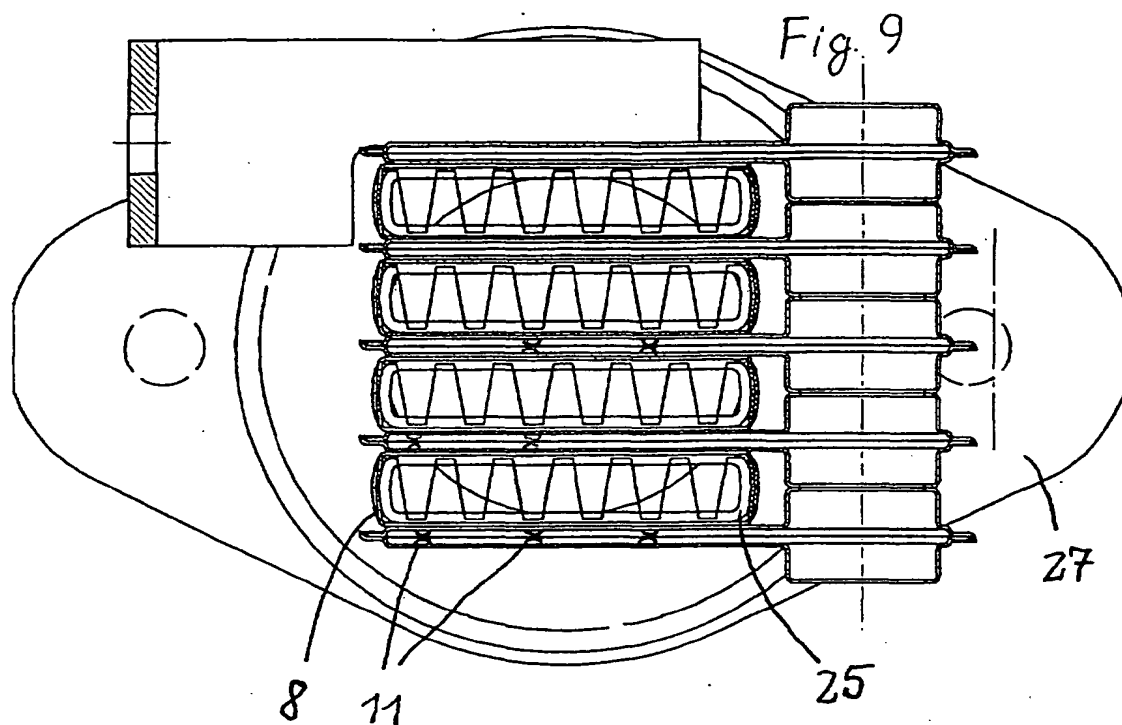
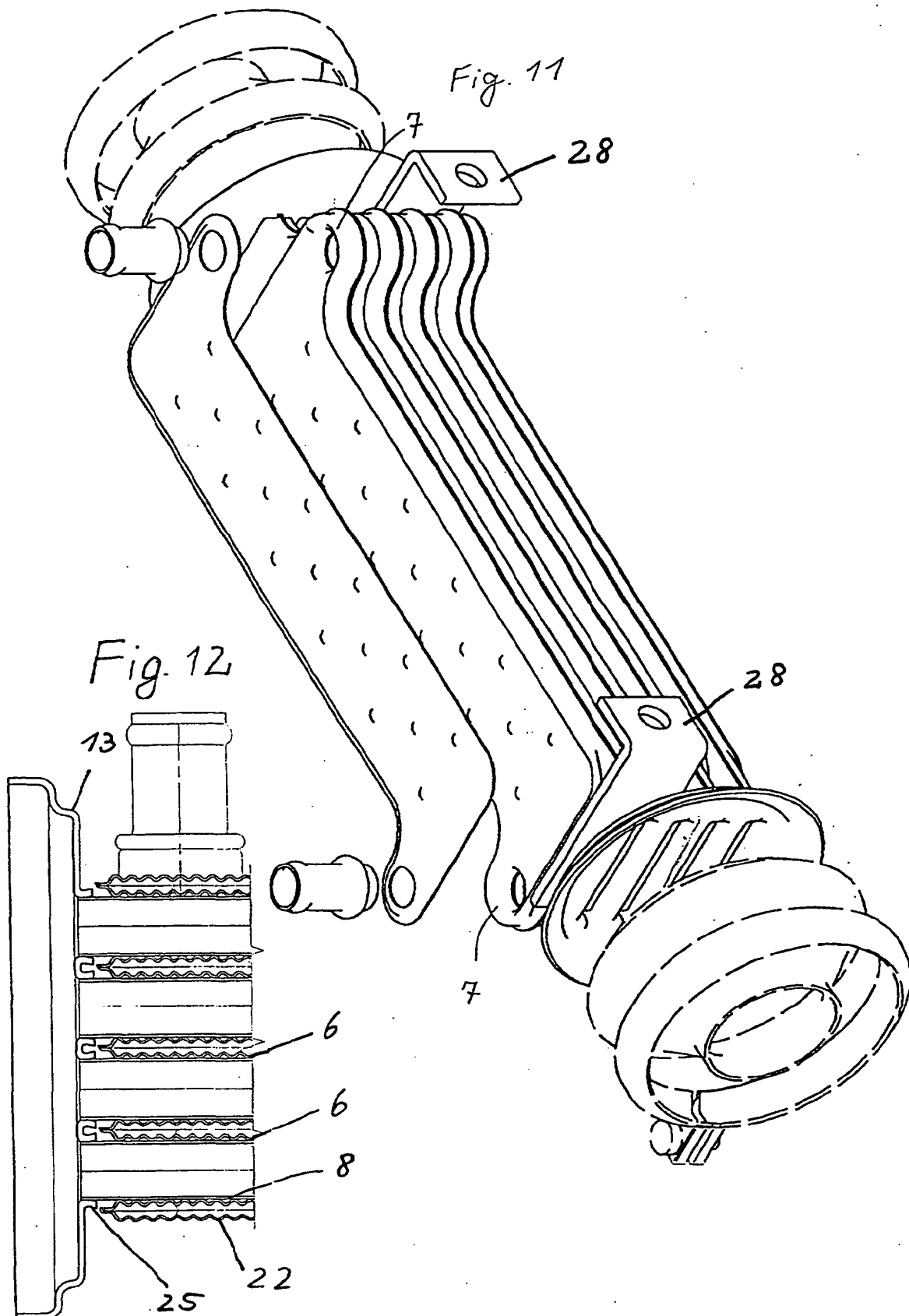


Fig. 8







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**